

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Method of manufacturing a nitride series III-V group compound semiconductor

Patent Number: ☐ EP0979882
Publication date: 2000-02-16
Inventor(s): HASHIMOTO SHIGEKI (JP); YANASHIMA KATSUNORI (JP); IKEDA MASAO (JP); ASATSUMA TSUNENORI (JP)
Applicant(s): SONY CORP (JP)
Requested Patent: ☐ JP2000058462
Application Number: EP19990115334 19990803
Priority Number (s): JP19980229101 19980813
IPC Classification: C30B25/02; C30B29/40
EC Classification: C30B25/02
Equivalents: TW445687

Abstract

When nitride series III-V group compound semiconductor is manufactured by gas phase growing using starting material for a group III element, ammonia as a starting material for a group V element and hydrogen, the gas phase molar ratio of hydrogen to the total amount of hydrogen and ammonia ($H_2/(H_2 + NH_3)$) is specified to $0.3 < (H_2/(H_2 + NH_3)) < 0.7$, $0.3 < (H_2/(H_2 + NH_3)) < 0.6$ or $0.4 < (H_2/(H_2 + NH_3)) < 0.5$. A nitride series III-V group compound semiconductor can thus be manufactured with less

non-emission center and of excellent crystallinity. 

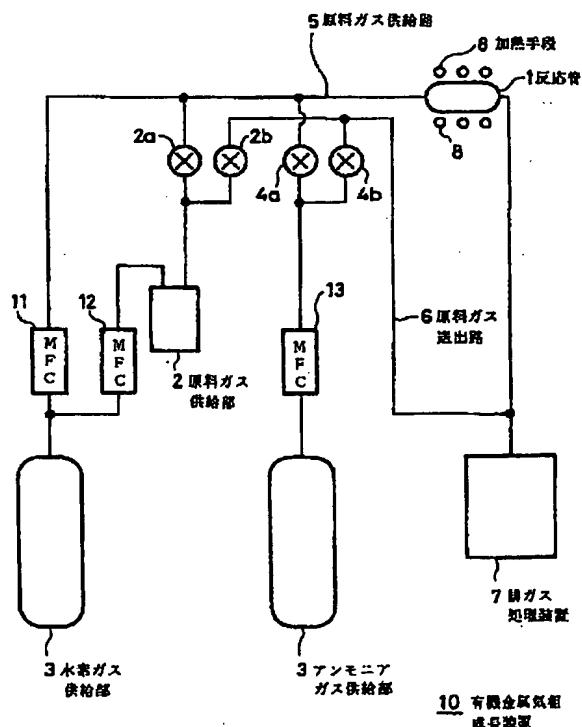
Data supplied from the esp@cenet database - 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号
特開2000-58462
(P2000-58462A)

テマコト* (参考)

	5 F 0 4 1
C	5 F 0 4 5
	5 F 0 7 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも、III 族元素の原料と、V 族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造する方法であって、

上記水素と上記アンモニアの合計量に対する水素の気相モル比、 $(H_2 / (H_2 + NH_3))$ と記すが、

$0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.7$

であることを特徴とする化合物半導体の製造方法。

【請求項 2】 少なくとも、III 族元素の原料と、V 族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造する方法であって、

上記水素と上記アンモニアの合計量に対する水素の気相モル比、 $(H_2 / (H_2 + NH_3))$ と記すが、

$0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.6$

であることを特徴とする化合物半導体の製造方法。

【請求項 3】 少なくとも、III 族元素の原料と、V 族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造する方法であって、

上記水素と上記アンモニアの合計量に対する水素の気相モル比、 $(H_2 / (H_2 + NH_3))$ と記すが、

$0.4 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.5$

であることを特徴とする化合物半導体の製造方法。

【請求項 4】 上記気相成長における圧力 P が、 $P > 1$ (気圧)

であることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 5】 上記気相成長における圧力 P が、 $P > 1$ (気圧)

であることを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 6】 上記気相成長における圧力 P が、 $P > 1$ (気圧)

であることを特徴とする請求項 3 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 7】 上記気相成長における圧力 P が、常圧であることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 8】 上記気相成長における圧力 P が、常圧であることを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 9】 上記気相成長における圧力 P が、常圧であることを特徴とする請求項 3 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 10】 水素と、不活性ガスとの混合ガスを用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造することを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 11】 水素と、不活性ガスとの混合ガスを用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造することを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 12】 水素と、不活性ガスとの混合ガスを用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造することを特徴とする請求項 3 に記載の化合物半導体の製造方法。

【請求項 13】 上記気相成長を、有機金属気相成長法 (MOCVD 法) により行うことを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 14】 上記気相成長を、有機金属気相成長法 (MOCVD 法) により行うことを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【請求項 15】 上記気相成長を、有機金属気相成長法 (MOCVD 法) により行うことを特徴とする請求項 3 に記載の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、原料ガスとキャリアガスの流量比を調整して、結晶性の向上を図った窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】 近年、光ディスク、光磁気ディスク等に対する情報の記録、再生に関して、高密度化、高解像度化の要求が高まっており、これらの記録媒体に照射するレーザー光の短波長化を図るために、緑色、青色発光の半導体レーザーの開発が進められている。

【0003】 このような、短波長のレーザー光を発光することができる半導体素子の作製に用いられる材料としては、GaN、AlGaIn、GaInN 等の、窒化物系 III-V 族化合物半導体が好適であることが知られている (例えば、Jpn. J. Appl. Phys. 30(1991)L1998)。

【0004】 窒化物系 III-V 族化合物半導体の成長、例えば、エピタキシャル成長においては、正確で、再現性のある原料の供給制御ができる有機金属気相成長法 (MOCVD 法) が適している。また、窒化物系 III-V 族化合物半導体の成長を、有機金属気相成長法により行う場合には、V 族原料、すなわち窒素原料としては、アンモニアを適用することができる。

【0005】 アンモニアは、熱的には、比較的安定な物質であり、これを原料として窒化物系 III-V 族化合物半導体の成長を行う場合には、1000~1200℃の温度で行われる。また、アンモニアは分解効率が比較的低く、アンモニアが分解した後に生じた窒素原料種の蒸気圧が高いため、アンモニアを原料として窒化物系 III-V 族化合物半導体の成長を行う場合には、多量のアンモニアを供給する必要があり、供給する V 族原料と、トリメチルガリウム (TMGa)、トリメチルアルミニウム (TMAI)、トリメチルインジウム (TMIn) 等

のIII族原料とのモル比、すなわち、V族原料(モル) / III族原料(モル) が1000~数万程度にもなる。

【0006】上述したような事情のもと、窒化物系III-V族化合物半導体の成長を行う場合においては、アンモニアガスをできるだけ多量に供給することとしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来においては、窒化物系III-V族半導体化合物の成長を行う際に、供給するアンモニアガスと、これと同時に供給している水素ガス等のアンモニア以外のガスとの割合を調整することによる化合物半導体の結晶性の改善を図るための十分な検討が行われていなかった。このため、作製された半導体化合物の結晶中に、非発光センタが多く含まれてしまい、半導体化合物の結晶性を向上させることが望まれていた。

【0008】そこで、本発明においては、III族元素の原料と、V族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系III-V族化合物半導体を製造する場合に、水素とアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比($H_2 / (H_2 + NH_3)$)を調整して、結晶中に含まれる非発光センタの数の低減化を図り、発光特性の優れた結晶を得ることを目的とする窒化物系III-V族化合物半導体の製造方法を提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化物系III-V族化合物半導体の製造方法は、III族元素の原料と、V族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系III-V族化合物半導体を製造する場合に、水素とアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比($H_2 / (H_2 + NH_3)$)の範囲を、所定の範囲に特定して行うものがある。

【0010】本発明の窒化物系III-V族化合物半導体の製造方法においては、結晶性に優れた化合物半導体を製造するために好適な、原料ガス中の水素とV族原料のアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比($H_2 / (H_2 + NH_3)$)の範囲を、 $0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.7$ 、 $0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.6$ 、あるいは $0.4 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.5$ に特定して行った。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の窒化物系III-V族化合物半導体の製造方法は、少なくとも、III族元素の原料と、V族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系III-V族化合物半導体を製造する場合に、原料ガス中の水素とV族原料のアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比($H_2 / (H_2 + NH_3)$)の範囲を、所定の範囲に特定して行うものである。

【0012】以下に、本発明の窒化物系III-V族化合

物半導体の製造方法の一例について、図を参照して説明するが、本発明方法は、以下に示す例に限定されるものではない。

【0013】図1に本発明方法において、適用することができる有機金属気相成長装置(MOCVD装置)の一例の概略図を示す。

【0014】図1に示す有機金属気相成長装置10は、気相成長を行うために十分な強度があり、熱的にも安定な材料、例えば石英ガラス等によりなる反応管1を有し、これは、III族元素の原料ガスの供給を行う原料ガス供給部2と、その純化装置を具備する。また、水素(H_2)ガスを供給することができる水素ガス供給部3と、アンモニア(NH_3)ガスを供給することができるアンモニアガス供給部4と、原料ガス供給部2からの原料ガス、アンモニアガス供給部4からのアンモニアガス、および水素ガス供給部3からの水素ガスを反応管1に供給する原料ガス供給路5と、アンモニアガス、原料ガス、および水素ガスを反応管1外に送出する原料ガス送出路6と、これから送出されたガスを処理する排ガス処理装置7を有するものとする。

【0015】上述した図1に示す有機金属気相成長装置10においては、原料ガス供給部2や、水素ガス供給部3や、アンモニアガス供給部4を、それぞれ1つのタンクや容器で代表させたが、実際には、用いる原料の数に応じて相当の、これらを複数設置した構造のものも用いることができる。

【0016】このような有機金属気相成長装置を用いて、例えば、 GaN 、 $AlGaInN$ 等の、窒化物系III-V族化合物半導体、 $BaAl_bGa_cIn_dN$ ($a \geq 0$ 、 $b \geq 0$ 、 $c \geq 0$ 、 $d \geq 0$ 、 $a + b + c + d = 1$)を、MOCVD法によるエピタキシーで成長形成させる場合には、III族原料としては、例えばトリメチルガリウム(TMGa)、トリメチルアルミニウム(TMAI)、トリメチルインジウム(TMIIn)、トリエチルボロン(TEB)等の有機金属原料ガスが、原料ガス供給部2から供給される。

【0017】また、V族原料としては、アンモニアガスが、アンモニアガス供給部4から供給されるようになされる。なお、この原料ガス供給部2およびアンモニアガス供給部4は、原料ガス供給路5を通じて、気相成長を行う反応管1に連結されている。

【0018】また、水素ガス供給部3は、純化装置(図示せず)を具備し、キャリアガス、あるいはパージガスとなる水素ガスを供給する供給源であり、マスフローコントローラー(MFC)11および12により流量制御がなされる。

【0019】原料ガス供給部2からの原料ガスは、切り換え手段、例えばバルブ2aおよび2bにより、反応管1と、原料ガス送出路6とに切り換えて供給されるようになされている。また、アンモニアガス供給部4からの

アンモニアガスについても、同様に、切り換え手段、例えばバルブ4aおよび4bにより、反応管1と、原料ガス送出路6とに切り換えて供給されるようになされている。

【0020】原料ガス供給部2には、有機金属原料が収容され、これに、水素ガス供給部3からの水素ガスを、マスフローコントローラ(MFC)12を通じて流量制御して吹き込み、バブリングを行って、水素ガスとともに有機金属ガスを、原料ガス供給路5から、目的とする反応管1に導く。

【0021】一方、アンモニアガス供給部4からのアンモニアガスを、MFC13を通じて流量制御して取り出し、原料ガス供給路5から目的とする反応管1に導く。

【0022】このようにして、反応管1に送り込まれた原料ガス、およびアンモニアガスは、図2に示すように、例えば高周波コイル等の加熱手段8によって、一定温度に保持された、例えばグラファイト製のサセプタ14上の、例えばサファイアの基板15上に送り込まれ、そこで、熱分解を起こして基板15上に目的とする窒化物系III-V族化合物半導体を作製することができる。

【0023】本発明の窒化物系III-V族化合物半導体の製造方法においては、水素とアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比($H_2 / (H_2 + NH_3)$)の範囲を、所定の範囲に特定して、気相成長を行うものである。この気相モル比($H_2 / (H_2 + NH_3)$)の範囲の特定とは、特に、水素ガス供給部3から供給される水素ガスの流量と、アンモニアガス供給部4から供給されるアンモニアガスの流量を、それぞれMFC11~13において調整することにより、(水素ガスの流量) / (水素ガスの流量とアンモニアガスの流量の合計流量)、すなわち、($H_2 / (H_2 + NH_3)$)を、 $0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.7$ 、 $0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.6$ 、あるいは $0.4 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.5$ に特定するものとする。

【0024】なお、図2に示した反応管1には、原料ガス供給路5側と、ガス排気路側のそれぞれに圧力調節装置9aおよび9bが設けられており、これにより反応管1内の圧力を、加圧状態、常圧状態、減圧状態のいずれの状態にも調整することができる。なお、この場合、加圧状態とは、反応管1内の圧力を、圧力調節装置9aおよび9bにより意図的に1気圧[atm]よりも大きい圧力に制御した状態をいい、減圧状態とは、圧力調節装置9aおよび9bにより意図的に1[atm]よりも小さい圧力に制御した状態をいい、常圧状態とは、反応管1内における原料ガスや、キャリアガスの供給、排気等の影響により生じる微細な圧力変化を考慮して $0.9 \sim 1.1$ atm程度になった状態をいう。なお、この圧力調節装置9aおよび9bとしては、例えばバクフライバルブや、ニードルバルブ、減圧用ポンプ、ガス加圧器等を適用することができる。

【0025】次に、図1および図2に示した有機金属気相成長装置10を用いて、例えばサファイアの基板15上に、GaN:Siの結晶を成膜する場合の例を挙げ、成膜された結晶の特性について説明する。

【0026】まず、(0001)サファイア基板15を、常圧下、 $0.9 \sim 1.1$ atmで、水素雰囲気中、例えば 1100°C に加熱してクリーニングする。その後、例えば 500°C に降温し、アンモニアガス供給部4からアンモニアガスを、原料ガス供給部2からトリメチルガリウム(TMGa)をそれぞれ、反応管1内に供給する。これにより、サファイア基板15上に、まず、GaNバッファ層を例えば厚さ30[nm]に形成する。

【0027】次に、反応管1内に、アンモニアガスのみを供給し、サファイア基板15を、例えば $950 \sim 1100^\circ\text{C}$ 程度に升温する。

【0028】次に、反応管1内の温度を $950 \sim 1100^\circ\text{C}$ 程度、例えば 1050°C 程度に保持し、原料ガス供給部2からトリメチルガリウム(TMGa)と、モノシランを反応管1内に供給し、圧力を、例えば常圧+加圧状態、例えば 1.4 atm程度として結晶成長を行い、最終的に、サファイア基板15上にGaN:Siの結晶を成膜することができる。

【0029】なお、この例においては、トリメチルガリウム(TMGa)の供給量は、例えば $30 [\mu\text{mol} / \text{min}]$ 、アンモニアの供給量は、例えば $6 [\text{SLM} (\text{Standard Litter Per Minute})]$ 、モノシラン(10ppmの水素で希釈)の供給量は例えば $1 [\text{SCCM}]$ とする。

【0030】ここで、気相成長に実際に寄与したアンモニア流量と、トリメチルガリウム(TMGa)を供給するために用いた水素ガスを含めた総キャリアガス量を、図1中に示したマスフローコントローラ11~13により調節し、(水素ガスの流量) / (水素ガスの流量と、アンモニアガスの流量の合計)、すなわち、($H_2 / (H_2 + NH_3)$)を、 $0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.7$ 、好ましくは、 $0.3 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.6$ 、さらに好ましくは $0.4 < (H_2 / (H_2 + NH_3)) < 0.5$ の範囲に選定する。

【0031】なお、使用する反応管によっては、原料ガスを反応管内に供給する管以外にガスを供給するための管を設けている構造のものがある。例えば、水素ガスや窒素ガス、その他の各種不活性ガスやその混合ガスを供給して、原料ガスが基板上に十分に供給されるように押圧する役目をもたせたり、反応管内の温度を外部からモニターする場合に、観察窓を曇らせないようにする役目をもたせたりするものがある。これらのガスは、一般にサブフローとか、押圧ガスとか称されるものであるが、これらは、化合物半導体の気相成長に寄与するものではないため、本発明方法において、水素ガス流量と、アン

モニアガスと水素ガスの合計流量との比を特定する場合
には、考慮にいけないものとした。

【0032】図3に、上記気相モル比 ($H_2 / (H_2 + NH_3)$) を、種々の値に変化させて、 $GaN:Si$ 半
導体を気相成長させた場合に、作製された化合物半導体
の、X線回折のスペクトルのロックンカーブの半値幅
の変化を示す。図3に示すように、気相モル比 ($H_2 /$
($H_2 + NH_3$)) の値を増加させるとロックンカーブ
の半値幅が減少する。これは、適正量の水素を供給す
ることにより結晶表面での化学反応を促進させることが
でき、結晶方位の揺らぎの少ない、良質な結晶を成長さ
せることができるからである。

【0033】しかし、気相モル比 ($H_2 / (H_2 + NH_3)$) を、さらに増加させると、ロックンカーブの半
値幅が増加する。これは原料ガス中のアンモニアガスの
含有量が少なくなり、基板上へのアンモニアの供給量が
不十分になり、良質な結晶を作製することができなくな
るからである。また、基板上へのアンモニアの供給量が
不足すると、結晶の表面状態の悪化や、結晶の異常成
長、膜厚分布の悪化等の原因にもなり、半導体の膜質は
さらに低下する。

【0034】図3に示すように、気相モル比 ($H_2 /$
($H_2 + NH_3$)) を、0.3より大きく、0.7より
小さい範囲に特定して気相成長を行った場合には、半値
幅は、250以下となり、作製された窒化物系III-V
族化合物半導体の結晶が、良質なものであることがわか
る。さらに、気相モル比 ($H_2 / (H_2 + NH_3)$)
を、0.3より大きく0.6より小さい範囲に特定して
気相成長を行った場合には、半値幅は、200 (arc
sec) よりも小さい値となり、良質な結晶を作製す
ることができる。さらに、気相モル比 ($H_2 / (H_2 +$
 $NH_3)$) を、0.4より大きく0.5より小さい範囲
に特定して気相成長を行った場合には、半値幅は、15
0 (arc sec) 程度になり、極めて良質な結晶を
作製することができる。

【0035】次に、図4に、気相モル比 ($H_2 / (H_2 +$
 $NH_3)$) を、種々の値に変化させて、 $GaN:Si$
半導体を気相成長させた場合に、作製された窒化物系II
I-V族化合物半導体の、フォトルミネッセンスの発光
強度の変化を示す。図5に、測定に用いた窒化物系III
-V族化合物半導体結晶の一例の概略斜視図を示す。

【0036】この測定においては、例えば、励起光とし
て、発光波長325nmのHe-Cdレーザーを用い
る。図4に示すように、気相モル比 ($H_2 / (H_2 + N$
 $H_3)$) を、0.3よりも大きくなるようにすると、フ
ォトルミネッセンスの発光強度が急激に増加する。これ
は、作製された窒化物系III-V族化合物半導体の結晶
欠陥等の起因する非発再結合の割合が低下して、フォ
トルミネッセンスの発光強度が増加したためである。すな
わち、気相モル比 ($H_2 / (H_2 + NH_3)$) を、0.

3よりも大きくなるように調整することにより、成長す
る結晶の質の向上を図ることができる。

【0037】しかし、一方において、気相モル比 (H_2
 $/ (H_2 + NH_3)$) が、0.7を越えると、フォトル
ミネッセンスの発光強度が急激に低下する。これは、原
料ガス中のアンモニアの含有量が少なくなり、窒化物系
III-V族化合物半導体の結晶成長の際に、窒素系原料
が不足することになる。これにより、成長した結晶は、
非発光センタが増加し、フォトルミネッセンスの発光強
度10 度が急激に低下するのである。すなわち、気相モル比
($H_2 / (H_2 + NH_3)$) が、0.7を越えてしま
うと、成長する結晶の質が悪化することがわかる。

【0038】本発明方法において、窒化物系III-V族
化合物半導体の気相成長を行う場合には、反応管内を、
常圧下、減圧下、あるいは、加圧下のいずれの圧力下
においても同様に行うことができ、いずれの場合にも気相
モル比 ($H_2 / (H_2 + NH_3)$) を上述した所定の範
囲に特定することにより、結晶性に優れた化合物半導体
を作製することができる。

【0039】特に、 GaN 系化合物半導体においては、
その飽和蒸気圧が高いことや、アンモニアは分解による
窒素原子を放出する効率が低いことなどから、気相成長
中において、 GaN 系化合物半導体膜から窒素原子が蒸
発しやすくなる。この結果、得られた GaN 系化合物半
導体膜は、窒素不足となり、膜質が損なわれるおそれが
ある。そこで、反応管内の圧力を、1 [atm] よりも
高い、加圧下により気相成長を行うことにより、より多
くの窒素原料を、基板上に供給することができ、また、
成長中の GaN 系化合物半導体膜からの窒素の蒸発も抑
制20 することができ、得られる GaN 系化合物半導体膜に
おける窒素不足を回避することができるので、高品質の
 GaN 系化合物半導体を作製することができるという効
果を有する。

【0040】上述した実施例においては、窒化物系III
-V族化合物半導体の気相成長を行う場合、有機金属気
相成長法 (MOCVD法) を適用したが、本発明方法に
おいては、この例に限定されるものではなく、ハイドラ
イド気相成長法 (HVPE法) についても同様に本発明
方法に適用することができる。

【0041】また、本発明の窒化物系III-V族化合物
半導体の製造方法においては、基板上に窒化物系III-V
族化合物半導体を成膜する際に、水素ガスやアンモニ
アガスの他に、窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガス
等の不活性ガス、あるいはこれらの混合ガスを同時に使
用することもできる。なお、この場合においては、これ
らの混合ガス中の、水素とアンモニアの合計量に対する
水素の気相モル比 ($H_2 / (H_2 + NH_3)$) の範囲に
ついて、所定の値の特定するものとする。

【0042】また、上述した本発明方法の実施例におい
ては、窒化物系III-V族化合物半導体の作製を行う反

応管として、図 2 に示したようないわゆる横型の反応管を用いる場合について説明したが、本発明の化合物半導体の製造方法においては、この例に限定されるものではなく、図 6 に示すような、いわゆる縦型反応管 20 を用いてもよい。この縦型反応管 20 を用いた場合には、横型の反応管よりも形状を簡易化することができ、また、場合に応じて原料ガスやキャリアガスを下方から上方に流すこともでき、これにより熱対流による原料ガスの滞留を回避することができるという効果がある。

【0043】また、図 7 に示すような、いわゆる Two-Flow 型反応管 30 を用いることもできる。この Two-Flow 型反応管 30 を用いた場合には、図 7 に示すように、原料ガスが、原料ガス供給路 5a および 5b の双方から供給されるため、原料ガス供給路 5a からの、基板 15 に対して垂直方向に流れる原料ガスにより、原料ガス全体を基板 15 の表面に押しつけるようにすることができ、これにより目的とする窒化物系 III-V 族化合物半導体の結晶の質の向上を図ることができるという効果を有する。

【0044】また、上述した本発明方法の実施例においては、反応管 1 内のサセプタの加熱を行う場合に RF コイルを用いたが、この例に限定されるものではなく、従来公知のヒーターを用いて、サセプタの加熱を行うこともできる。

【0045】上述したように、本発明方法においては、III 族元素の原料と、V 族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、窒化物系 III-V 族化合物半導体を製造する場合に、水素とアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比 ($H_2 / (H_2 + N H_3)$) の範囲に特定して行なうこととしたため、結晶表面での化学反応を促進させることができ、これにより、非発光センタの少ない、結晶性に優れ、電気特性に優れた窒化物系 III-V 族化合物半導体の結晶を製造することができた。

【0046】

【発明の効果】本発明の化合物半導体の製造方法においては、III 族元素の原料と、V 族元素の原料のアンモニアと、水素を用いて、気相成長により、III-V 族化合物半導体を製造する場合に、水素とアンモニアの合計量に対する水素の気相モル比 ($H_2 / (H_2 + N H_3)$)

を、所定の範囲に特定して行なうこととしたため、結晶表面での化学反応を促進させることができ、これにより、非発光センタの少ない、結晶性に優れ、電気特性に優れた窒化物系 III-V 族化合物半導体の結晶を作製することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の窒化物系 III-V 族化合物半導体装置の製造方法において、適用することができる有機金属気相成長装置の概略図を示す。

【図 2】本発明の窒化物系 III-V 族化合物半導体装置の製造方法において、適用することができる有機金属気相成長装置を構成する横型の反応管の概略図を示す。

【図 3】気相モル比 ($H_2 / (H_2 + N H_3)$) を、種々の値に変化させて作製された窒化物系 III-V 族化合物半導体の、Ga N (0004) X 線ロックアップカーブの半値幅の変化を示す。

【図 4】気相モル比 ($H_2 / (H_2 + N H_3)$) を、種々の値に変化させて作製された窒化物系 III-V 族化合物半導体の、フォトルミネッセンスの発光強度の変化を示す。

【図 5】フォトルミネッセンスの発光強度の測定に用いた窒化物系 III-V 族化合物半導体結晶の一例の概略斜視図を示す。

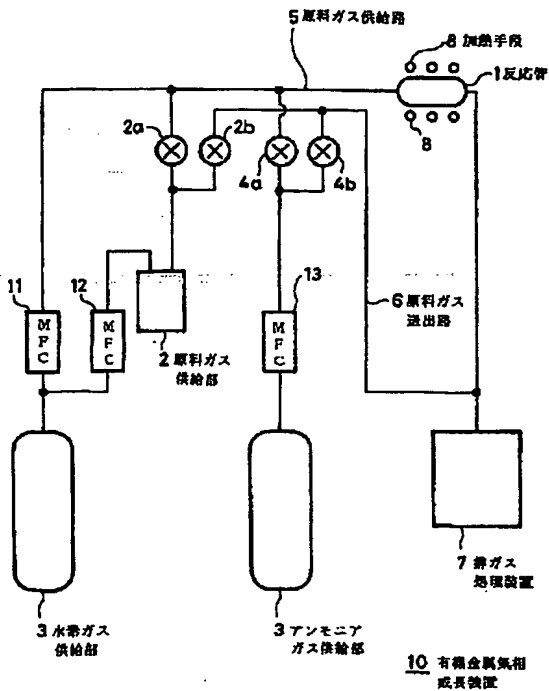
【図 6】本発明の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法において適用することができる有機金属気相成長装置を構成する縦型の反応管の一例の概略図を示す。

【図 7】本発明の窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法において適用することができる有機金属気相成長装置を構成する Two-Flow 型の反応管の一例の概略図を示す。

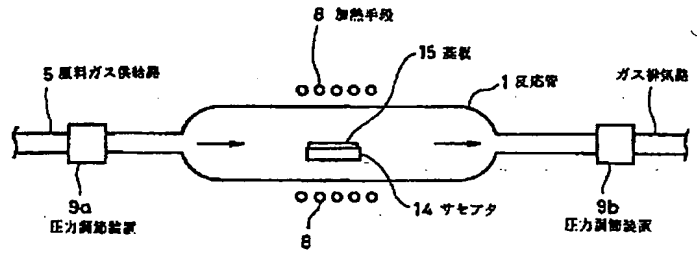
【符号の説明】

1 反応管、2 原料ガス供給部、3 水素ガス供給部、4 アンモニアガス供給部、5, 5a, 5b 原料ガス供給路、6 原料ガス送出路、7 排ガス処理装置、8 加熱手段、9a, 9a₁, 9a₂, 9b 圧力調節装置、10 有機金属気相成長装置、11, 12, 13 マスフローコントローラ、14 サセプタ、15 基板、20 縦型反応管、30 Two-Flow 型反応管

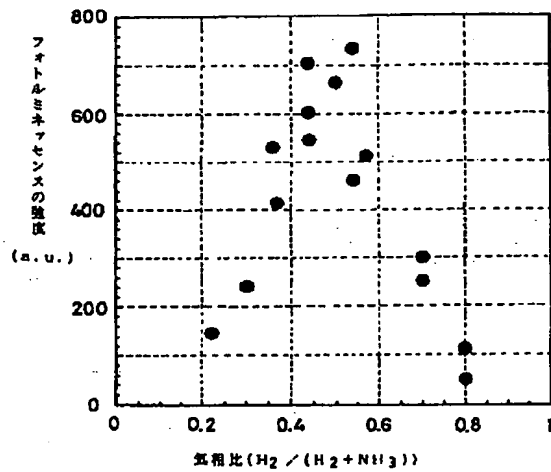
【図1】



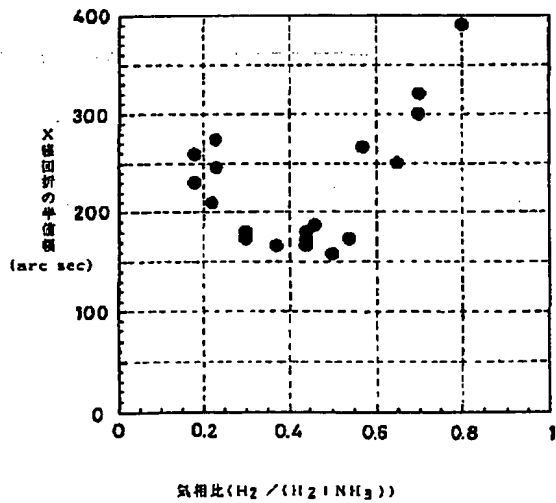
【図2】



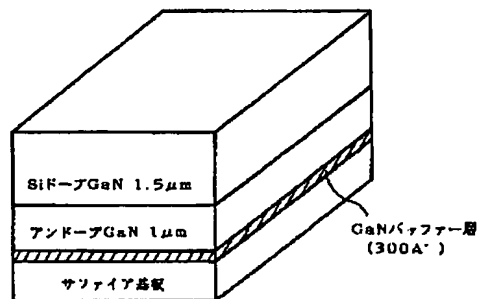
【図4】



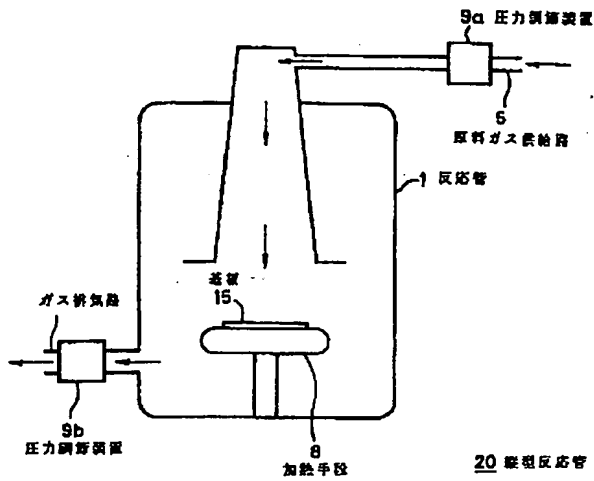
【図3】



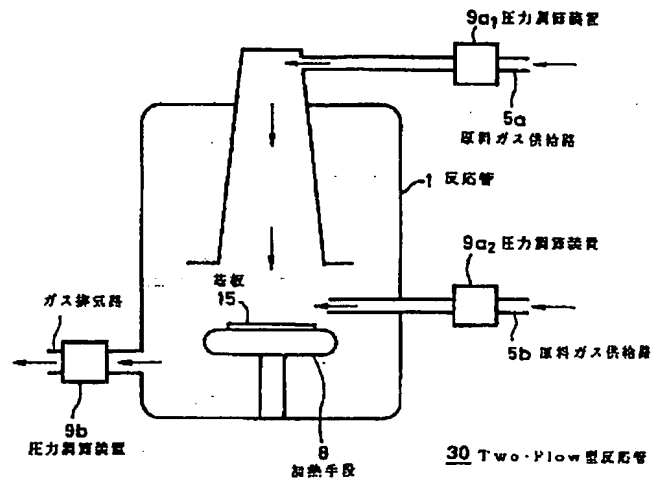
【図5】



【図 6】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成10年8月26日（1998. 8. 26）

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】窒化物系 III-V 族化合物半導体の製造方法

フロントページの続き

(72)発明者 朝妻 庸紀
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 池田 昌夫
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA11 AA31 CA34 CA40
CA65
5F045 AA04 AB14 AB17 AB19 AC01
AC08 AC09 AC12 AD09 AD13
AD14 AD15 AE02 AE03 AE05
AE07 AE09 AE11 AE13 AE15
AE17 AE19 AE21 AE23 AE25
AE29 AE30 AF09 BB12 CB02
DP04 DQ06 EE04 EE12 EE14
EG07 EK02
5F073 CA02 CA07 CB05 CB07 DA05
DA35 EA29